

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-062691

(43)Date of publication of application : 13.03.2001

(51)Int.Cl.

B24B 13/00
 B23H 5/00
 B23H 5/08
 B24B 53/00
 B24D 3/00
 B24D 3/34
 B24D 7/18

(21)Application number : 11-242523

(71)Applicant : INST OF PHYSICAL & CHEMICAL
RES

(22)Date of filing : 30.08.1999

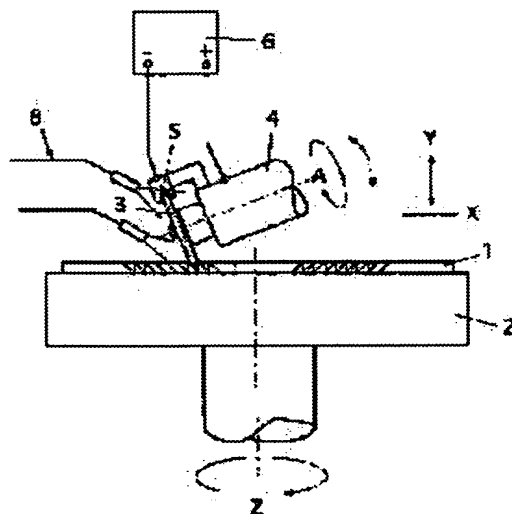
(72)Inventor : OMORI HITOSHI
 YAMAGATA YUTAKA
 MORITA SHINYA
 MORIYASU KIYOSHI
 SHIMIZU HIROHIKO

(54) DEVICE AND METHOD FOR MACHINING NEUTRON LENS MEMBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form an fine annular protrusion on the surface of a neutron lens member, such as glassy carbon, with high precision and excellent surface coarseness.

SOLUTION: This device comprises a rotary table 2 to hold a plate-form neutron lens member 1 and rotate centering around a rotary axis Z orthogonal to the surface of the member, a disc-form metal bond grinding wheel 3 having one of a plurality of taper surfaces situated at an outer peripheral part, a grinding wheel drive device 4 to rotationally drive a magnet around its axis A and move the grinding wheel relatively with the rotary table, an electrode 5 having a surface approaching one or a plurality of the surfaces of the grinding wheel, a voltage applying device 6 to apply a voltage for electrolysis on a space between the grinding wheel and the electrode, and a grinding liquid feeding device 8 to feed conductive grinding liquid to a space between the grinding wheel and the electrode. The angle of one or a plurality of taper surfaces is formed more in an acute state than the angle of a V-shaped groove formed in the surface of the neutron lens member. A grinding wheel drive device 4 is positioned in a state that the axis of the grinding wheel is inclined based on the rotary axis of the neutral lens member, and an inclination angle in the position is slightly oscillated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3426544

[Date of registration] 09.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-62691

(P2001-62691A)

(43)公開日 平成13年3月13日(2001.3.13)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
B 2 4 B 13/00		B 2 4 B 13/00	A 3 C 0 4 7
B 2 3 H 5/00		B 2 3 H 5/00	J 3 C 0 4 9
5/08		5/08	3 C 0 5 9
B 2 4 B 53/00		B 2 4 B 53/00	D 3 C 0 6 3
B 2 4 D 3/00	3 5 0	B 2 4 D 3/00	3 5 0
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願平11-242523

(22)出願日 平成11年8月30日(1999.8.30)

(71)出願人 000006792

理化学研究所

埼玉県和光市広沢2番1号

(72)発明者 大森 整

埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所
内

(72)発明者 山形 豊

埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所
内

(72)発明者 森田 晋也

板橋区板橋4-46-9 パークハイツ202

(74)代理人 100097515

弁理士 堀田 実 (外1名)

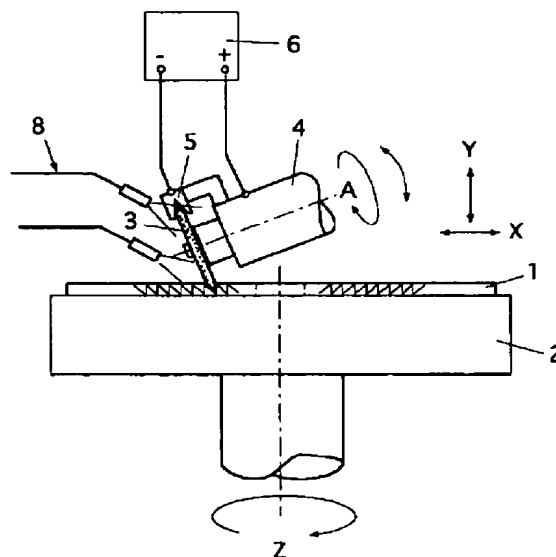
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 中性子レンズ部材の加工装置及び方法

(57)【要約】

【課題】 グラッシーカーボン等の中性子レンズ部材の表面に、低い加工抵抗で微細な環状突起を精度良くかつ優れた面粗さで成形することができる中性子レンズ部材の加工装置及び方法を提供する。

【解決手段】 平板状の中性子レンズ部材1を保持し部材の表面に直交する回転軸Zを中心に回転するロータリーテーブル2と、外周部に1又は複数のテーパ面3aを有する円板状のメタルボンド砥石3と、砥石をその軸心Aを中心に回転駆動しかつ砥石をロータリーテーブルに対して相対的に移動させる砥石駆動装置4と、砥石の1又は複数のテーパ面に近接した面を有する電極5と、砥石と電極間に電解用電圧を印加する電圧印加装置6と、砥石と電極間に導電性研削液を供給する研削液供給装置8とを備える。砥石の1又は複数のテーパ面3aのなす角度が、中性子レンズ部材の表面に形成するV字状の溝の角度よりも鋭角に形成され、砥石駆動装置4は砥石の軸線Aを中性子レンズ部材の回転軸Zに対して傾斜して位置決めし、かつその位置でその傾斜角度 θ をわずかに揺動できるようになっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 中性子ビームに対する屈折率が1よりも小さい物質からなる平板状の中性子レンズ部材(1)を保持し該部材の表面に直交する回転軸Zを中心に回転するロータリーテーブル(2)と、外周部に1又は複数のテーパ面(3a)を有する円板状のメタルボンド砥石(3)と、該砥石をその軸心を中心に回転駆動しかつ砥石をロータリーテーブルに対して相対的に移動させる砥石駆動装置(4)と、砥石の前記1又は複数のテーパ面に近接した面を有する電極(5)と、砥石と電極間に電解用電圧を印加する電圧印加装置(6)と、砥石と電極間に導電性研削液を供給する研削液供給装置(8)とを備え、

前記砥石の1又は複数のテーパ面(3a)のなす角度が、中性子レンズ部材(1)の表面に形成するV字状の溝の角度よりも鋭角に形成され、前記砥石駆動装置(4)は砥石の軸線を中性子レンズ部材の回転軸に対して傾斜して位置決めし、かつその位置でその傾斜角度をわずかに揺動できるようになっている、ことを特徴とする中性子レンズ部材の加工装置。

【請求項2】 前記メタルボンド砥石(3)は、平均粒径が $10\mu\text{m}$ 以下の超微粒の砥粒を含むコバルト系ボンド砥石である、ことを特徴とする請求項1に記載の中性子レンズ部材の加工装置。

【請求項3】 (A) 中性子ビームに対する屈折率が1よりも小さい物質からなる平板状の中性子レンズ部材(1)をロータリーテーブル(2)の表面に吸着して保持し該部材の表面に直交する回転軸Zを中心に回転させ、

(B) 中性子レンズ部材の表面に形成するV字状の溝の角度よりも鋭角に形成された1又は複数のテーパ面(3a)を外周部に有する円板状のメタルボンド砥石(3)をその軸心を中心に回転駆動しかつ該砥石をロータリーテーブルに対して相対的に移動させ、

(C) 砥石の前記1又は複数のテーパ面に近接した面を有する電極(5)と砥石との間に導電性研削液を供給しながら電解用電圧を印加してテーパ面を電解ドレッシングし、

(D) 同時に、砥石の軸線を中性子レンズ部材の回転軸に対して傾斜して位置決めし、かつその位置でその傾斜角度をわずかに揺動させてテーパ面の両面で中性子レンズ部材の表面の所定のV字状溝を研削加工する、ことを特徴とする中性子レンズ部材の加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、中性子ビームを収束又は発散させる中性子レンズを構成する中性子レンズ部材の加工装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 中性子ビームは、X線や光子と相違し、

(1) 原子核と強く相互作用する、(2) そのエネルギーと波長が原子レベルの運動や構造の大きさと同程度である、(3) 磁気モーメントを持っている、(4) 透過力が強い、等の特徴を有している。そのため、中性子ビームは、原子核の位置自体を研究対象とするような場合、例えばX線散乱では測定が極めて難しい有機物中の水素原子の位置の情報を得るような場合などは中性子ビームを用いた散乱実験が不可欠となる。また、中性子のスピンの $1/2$ で磁気双極子モーメントを持っていることから、物質の磁気構造を調べるにも好都合である。さらに、放射線で工業製品等の大型の対象物の内部を研究するような場合には、中性子ビームであれば透過力が強いために透視が可能となる。

【0003】 しかし、中性子ビームは発生が容易でないため、供給できる場所は原子炉及び加速器施設などに限られる。そのため、中性子ビームを中性子源から利用装置まで効率良く導き、微小な試料に対して高密度の中性子ビームを照射するには、中性子ビームの平行度を高め、さらにこれを収束させるビーム制御技術が不可欠となる。

【0004】 近年、中性子ビームを利用した上述した解析等が注目されるようになってきており、その収束又は発散させるための素子が本発明と同一の出願人から提案されている(特願平11-60630号、未公開)。以下、かかる素子を「中性子レンズ」と呼ぶ。

【0005】 図7は物質による中性子ビームの屈折の原理図である。中性子と物質との相互作用は、物質中に含まれる原子核との相互作用がほとんどであり、この相互作用により入射中性子は物質中に入る際に運動エネルギーの一部を失い、物質境界面び垂直方向に減速を受ける。従って、図7に示すように、物質との境界面に斜めに入射した中性子ビームは、屈折率が1よりも小さい値を持つように屈折する。このように、中性子ビームに対して屈折率が1よりも小さい値を持つ物質は、自然同位体存在比の元素ではO、C、Be、Fであり、濃縮同位体では重水素Dである。

【0006】 図8は、中性子レンズの原理図である。この図は、1枚の板状部材11に中性子ビーム16が入射したときの様子を示している。板状部材11の表面には、ほぼ垂直な面14と傾斜した面15からなる直線状突起12が設けられており、この直線状突起12の傾斜面15に入射した中性子ビーム16は、図7で示したように1よりも小さい屈折率で屈折する。ただし、この一度の屈折で屈折される角度 δ は微小であり、例えば板状部材が中性子透過率の高いポリテトラフルオロエチレン(PTFE)からなり、直線状突起12の傾斜面15が板状部材11の面に対してなす角度 α が 45° であるとき、板状部材11に垂直に入射した波長 14\AA の中性子ビームの屈折角 δ は 0.14mrad にすぎない。

【0007】 図9は、中性子ビームを収束する機能を有

する中性子レンズの斜視図、図10はそのA-A断面図である。この中性子レンズは、本体部分20と、本体部分を固定する上下の環状外枠21、22とからなる。この中性子レンズは、上下の環状外枠21、22の間に本体部分20を挟み、2つの環状外枠21、22の間に配置されたピン23に外枠側からネジ24をネジ止めして組み立てられる。

【0008】図11は、本体部分20を構成する板状部材の構造図である。本体部分20は、中央部分に穴32を設けた多数の板状部材25を積層して構成されている。上方に位置する板状部材ほど中央部分に設けられた穴の大きさが大きく、また一番下の板状部材は中央部分に穴が無い。従って、本体部分は、全体的に中央が円錐状に窪んだすり鉢状の形状をしている。なお図10の例では板状部材25を33枚積層している。また、33a～33dはピン23用の穴である。

【0009】図11において、板状部材25は、例えば薄板に断面形状が三角形の環状突起31を同心円状に、かつ半径方向に連続して設けたものである。入射中性子ビームのビーム軸に対して傾斜した入射面を与える断面

三角形の環状突起31の傾斜面31aは、同心円の内側、すなわち中性子レンズの中心軸方向を向いている。【0010】図10及び図11に示した中性子レンズの軸に平行に入射した中性子ビームは、それぞれ板状部材に設けられた環状突起31の傾斜面に斜めに入射するため、中性子レンズの中心軸方向に偏向される。中心軸附近に入射する中性子ビームは相対的に少ない環状突起を通過するため偏向角が小さいが、周辺附近に入射する中性子ビームは相対的に多くの環状突起を通過するため偏向角が大きくなる。従って、この中性子レンズは、光学系における凸レンズと同様の機能を果たし、中性子ビームを微小領域に収束することができる。

【0011】また、図11とは逆に、環状突起31の傾斜面31aを、同心円の外側に向けることにより、図10と同一の構成で、光学系における凹レンズと同様の機能を果たし、中性子ビームを発散させることができる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】板状部材25は、上述したように中性子ビームに対して屈折率が1よりも小さい値を持つ物質を成形する必要がある。かかる物質は、自然同位体存在比の元素ではO、C、Be、Fであり、濃縮同位体では重水素Dである。具体的には、前述したポリテトラフルオロエチレン(PTFE)の他、グラッシーカーボン、水素を重水素で置換した重水素化ポリエチレン等が該当する。

【0013】これらの物質のうち比較的安価かつ容易に入手できるのは、グラッシーカーボン(以下単にカーボンという)であり、カーボン板から上述した板状部材を成形することが望まれている。

【0014】しかし、カーボンは硬くかつ脆いため、通

常の加工手段、例えば切削加工では、環状突起31のエッジ部が欠けてしまい、所望の形状に加工できない問題点があった。すなわち、多数の板状部材25を積層して中性子レンズを構成する必要があるため、中性子レンズを小型化するために1枚の板状部材25は薄いほど良く、例えば厚さ1mm前後にすることが望ましい。しかし、カーボン板を薄くするとわずかな加工抵抗で破損する問題がある。また、中性子ビームを正確に偏向させるためには、環状突起31の傾斜面31aの精度を高める必要がある。さらに、表面での乱反射を抑え中性子ビームの透過率を高めるためには、傾斜面31aを鏡面に近い優れた加工面粗さに仕上げる必要がある。

【0015】本発明は、かかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、グラッシーカーボン等の中性子レンズ部材の表面に、低い加工抵抗で微細な環状突起を精度良くかつ優れた面粗さで成形することができる中性子レンズ部材の加工装置及び方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、中性子ビームに対する屈折率が1よりも小さい物質からなる平板状の中性子レンズ部材(1)を保持し該部材の表面に直交する回転軸Zを中心に回転するロータリーテーブル(2)と、外周部に1又は複数のテーパ面(3a)を有する円板状のメタルボンド砥石(3)と、該砥石をその軸心を中心に回転駆動しかつ砥石をロータリーテーブルに対して相対的に移動させる砥石駆動装置(4)と、砥石の前記1又は複数のテーパ面に近接した面を有する電極(5)と、砥石と電極間に電解用電圧を印加する電圧印加装置(6)と、砥石と電極間に導電性研削液を供給する研削液供給装置(8)とを備え、前記砥石の1又は複数のテーパ面(3a)のなす角度が、中性子レンズ部材(1)の表面に形成するV字状の溝の角度よりも鋭角に形成され、前記砥石駆動装置(4)は砥石の軸線中性子レンズ部材の回転軸に対して傾斜して位置決めし、かつその位置でその傾斜角度をわずかに揺動できるようになっている、ことを特徴とする中性子レンズ部材の加工装置が提供される。

【0017】本発明の好ましい実施形態によれば、前記メタルボンド砥石(3)は、平均粒径が10μm以下の超微粒の砥粒を含むコバルト系ボンド砥石である。

【0018】また本発明によれば、(A)中性子ビームに対する屈折率が1よりも小さい物質からなる平板状の中性子レンズ部材(1)をロータリーテーブル(2)の表面に吸着して保持し該部材の表面に直交する回転軸Zを中心に回転させ、(B)中性子レンズ部材の表面に形成するV字状の溝の角度よりも鋭角に形成された1又は複数のテーパ面(3a)を外周部に有する円板状のメタルボンド砥石(3)をその軸心を中心に回転駆動しかつ該砥石をロータリーテーブルに対して相対的に移動さ

せ、(C)砥石の前記1又は複数のテーバ面に近接した面を有する電極(5)と砥石との間に導電性研削液を供給しながら電解用電圧を印加してテーバ面を電解ドレッシングし、(D)同時に、砥石の軸線を中性子レンズ部材の回転軸に対して傾斜して位置決めし、かつその位置でその傾斜角度をわずかに揺動させてテーバ面の両面で中性子レンズ部材の表面の所定のV字状溝を研削加工する、ことを特徴とする中性子レンズ部材の加工方法が提供される。

【0019】上記本発明の装置及び方法によれば、砥石の1又は複数のテーバ面(3a)のなす角度が、中性子レンズ部材(1)の表面に形成するV字状の溝の角度よりも鋭角に形成されているので、砥石の軸線の傾斜角度をわずかに揺動させて中性子レンズ部材の表面に切込むことにより、テーバ面の両面で中性子レンズ部材の表面にテーバ面(3a)のなす角度より大きい任意の角度のV字状溝を加工することができる。また、砥石の軸線を中性子レンズ部材の回転軸に対して傾斜して位置決めするので、中性子レンズ部材の表面に形成されるV字状溝の両面を任意の角度(例えば一方は面に直角、他方は約45°)に加工できる。

【0020】更に、砥石のテーバ面に近接した面を有する電極(5)を備え、電極と砥石との間に導電性研削液を供給しながら電解用電圧を印加してテーバ面を電解ドレッシングするので、平均粒径が10μm以下の超微粒の砥粒を含むメタルボンド砥石を用いても、常に砥粒を最適状態に目立てして使用でき、低い加工抵抗で微細な環状突起(V字状溝)を精度良くかつ優れた面粗さで成形することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において、共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。図1は、本発明による中性子レンズ部材加工装置の第1実施形態の全体構成図であり、図2は図1の主要部拡大図である。図1及び図2に示すように、本発明による中性子レンズ部材加工装置は、ロータリーテーブル2、円板状のメタルボンド砥石3、砥石駆動装置4、電極5、電圧印加装置6及び研削液供給装置8を備える。

【0022】本発明の加工装置で加工するワークは、平板状の中性子レンズ部材1であり、この部材は、中性子ビームに対する屈折率が1よりも小さい物質からなる。かかる物質は、自然同位体存在比の元素ではO、C、Be、Fであり、濃縮同位体では重水素Dである。具体的には、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、グラッシーカーボン、水素を重水素で置換した重水素化ポリエチレン等が該当する。

【0023】ロータリーテーブル2は、平板状の中性子レンズ部材1を好ましくは表面に吸着して保持し部材の表面に直交する回転軸Zを中心に回転する。

【0024】円板状のメタルボンド砥石3は、その外周部にこの例では1つのテーバ面3aを有する。また、砥石のテーバ面3aのなす角度 γ は、中性子レンズ部材1の表面に形成するV字状の溝のなす角度 β (例えば45°)よりも鋭角に形成されている。なおメタルボンド砥石3は、好ましくは、平均粒径が10μm以下の超微粒の砥粒を含むコバルト系ボンド砥石であるのがよい。

【0025】砥石駆動装置4は、砥石3をその軸心Aを中心に回転駆動し、かつ砥石3をロータリーテーブル2に対して図で左右上下X、Y方向に相対的に移動させるようになっている。さらにこの砥石駆動装置4は砥石3の軸線Aを中性子レンズ部材1の回転軸Zに対して傾斜して位置決めし、かつその位置でその傾斜角度 θ をわずかに揺動(チルト)できるようになっている。

【0026】電極5は、砥石3の前記テーバ面3aに近接した面5aを有する。また、電圧印加装置6は、砥石3をプラス(+)に電極5をマイナス(-)に印加しその間に電解に適した高周波パルス電圧を印加するようになっている。更に、研削液供給装置8は、砥石3と電極5の間に導電性研削液を供給する。この構成により、電極5と砥石3との間に導電性研削液を供給しながら電解用電圧を印加してテーバ面3aを電解ドレッシングするので、平均粒径が10μm以下の超微粒の砥粒を含むメタルボンド砥石を用いても、常に砥粒を最適状態に目立てして使用でき、低い加工抵抗で微細な環状突起(V字状溝)を精度良くかつ優れた面粗さで成形することができる。

【0027】上述した装置を用い、本発明の方法によれば、以下のステップで中性子レンズ部材1を電解インプロセスドレッシング研削(ELID研削)する。

(A)平板状の中性子レンズ部材1をロータリーテーブル2の表面に吸着して保持し部材の表面に直交する回転軸Zを中心に回転させる。

(B)次に、砥石駆動装置4により、円板状のメタルボンド砥石3をその軸心Aを中心に回転駆動しかつ砥石3をロータリーテーブル2に対して相対的に移動させて位置決めする。

(C)次いで、研削液供給装置8により、砥石3のテーバ面3aと電極5の近接面5aとの間に導電性研削液を供給しながら、電圧印加装置6により、電解用電圧をその間に印加してテーバ面3aを電解ドレッシングし、

(D)同時に、砥石3の軸線Aを中性子レンズ部材1の回転軸Zに対して傾斜して位置決めし、かつその位置でその傾斜角度 θ をわずかに揺動させてテーバ面3aの両面で中性子レンズ部材1の表面の所定のV字状溝を研削加工する。

【0028】上述した本発明の装置及び方法によれば、砥石3のテーバ面3aのなす角度 γ が、中性子レンズ部材1の表面に形成するV字状の溝の角度 β よりも鋭角に形成されているので、砥石3の軸線Aの傾斜角度 θ をわ

ずかに揺動させて中性子レンズ部材1の表面に切込むことにより、テーバ面3aの両面で中性子レンズ部材1の表面にテーバ面3aのなす角度より大きい任意の角度 β のV字状溝を加工することができる。また、砥石3の軸線Aを中性子レンズ部材の回転軸Zに対して傾斜して位置決めするので、中性子レンズ部材1の表面に形成されるV字状溝の両面を任意の角度 β （例えば一方1bは面に直角、他方1aは約 45° ）に加工できる。

【0029】更に、砥石のテーバ面に近接した面を有する電極5を備え、電極5と砥石3との間に導電性研削液を供給しながら電解用電圧を印加してテーバ面3aを電解ドレッシングするので、平均粒径が $10\mu\text{m}$ 以下の超微粒の砥粒を含むメタルボンド砥石を用いても、常に砥粒を最適状態に目立てして使用でき、低い加工抵抗で微細な環状突起（V字状溝）を精度良くかつ優れた面粗さで成形することができる。

【0030】図3は、本発明の第2実施形態を示す図である。この図において、メタルボンド砥石3は、3枚の円板状砥石が連結され、その外周部に3つのテーバ面3aを有する。また、電極5も、砥石3のテーバ面3aに近接した面5aを有している。その他の構成は第1実施形態と同様である。

【0031】この構成によっても、砥石3の3つのテーバ面3aを有する砥石3の軸線Aの傾斜角度 θ をわずかに揺動させて中性子レンズ部材1の表面に切込むことにより、3つのテーバ面の両面で中性子レンズ部材の表面にテーバ面3aのなす角度より大きい任意の角度のV字状溝を加工することができる。また、砥石3の軸線Aを*

*中性子レンズ部材1の回転軸に対して傾斜して位置決めするので、中性子レンズ部材の表面に形成されるV字状溝の両面を任意の角度（例えば一方は面に直角、他方は約 45° ）に加工できる。更に3つのテーバ面3aで加工するので加工能率を約3倍に高めることができる。

【0032】図4は、本発明の第3実施形態を示す図である。この図において、メタルボンド砥石3は、9枚の円板状砥石が連結され、その外周部に9のテーバ面3aを有する。また、電極5も、砥石3の9のテーバ面3aに近接した面を有している。

【0033】この構成における砥石3は一種の総形砥石であり、この場合には、砥石3のすべてのテーバ面3aのなす角度 β を形成するV字状の溝に必要な角度に予め設定し、砥石3の軸線Aの傾斜角度 θ を揺動させずに中性子レンズ部材1の表面に切込むことができる。これにより、加工能率を更に飛躍的に高めることができる。なお、その他の構成は第1実施形態と同様である。

【0034】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

（実験方法）上述した中性子レンズ1の成形を目的として、独自のロータリーテーブルを用いカーボン（グラッシーカーボン）ディスクにELID研削加工を実施した。実験装置にはNC立フライス盤を用いて図1と同一構成とした。加工後、加工面及び砥石の形状の観察を行い評価した。表1に実験システムを示す。

【0035】

【表1】

実験システムの仕様

加工機	ベッド型NC立フライス盤： FNC-105【株式会社野フライス製作所】
研削砥石	コバルト系ボンド砥石【富士ダイス㈱】 サイズ： $\phi 160 \times T8 \times \phi 8 \times 45^\circ \times H31.75$ 砥粒：DIA600
ELID電源	高周波パルス電源： ED-910【富士ダイス㈱】
研削液	AFG-M(水道水により50倍に希釈) 【㈱ノリタケカンパニーリミテッド】
測定機	触針式表面粗さ測定機： サーフテスト701【㈱ミットヨ】 非接触三次元測定装置： NH-3【三鷹光器㈱】

【0036】（実験結果）初期ドレッシングは加工機のパフォーマンス800rpmで行った。初期の実質電流値は $2\text{A} \cdot 20\text{V}$ であり、2分程度で電流値は安定し $0.2\text{A} \cdot 26\text{V}$ となり、砥石表面に不導体被膜の形成が確認できた。

【0037】ドレッシング後、ELID研削を行った。表2に研削条件、図5に加工面粗さ、図6に加工面形状

を示す。加工は被削材表面から $200\mu\text{m}$ ほど切込んで行った。また、 $5\mu\text{m}$ ごとに3秒のドウェルをいれるプログラムにより加工を進行させた。ピッチは加工後の溝幅に応じてその都度変更した。

【0038】

【表2】

研削条件

砥石回転数 [rpm]	800
ロータリーテーブル回転数 [rpm]	500
送り速度 [mm/min]	1
切込み量 [μm]	5
最大電流 [A]	10
無負荷電圧 [V]	30
On/Off-time [μs]	2

【0039】溝の形状は、被削材上面のエッジ部は鋭角に得られることができた。これにより、ELID研削を適用することにより、常に砥粒を最適状態に目立てして使用でき、低い加工抵抗で微細な環状突起（V字状溝）を精度良く成形することができることが確認された。また、表面粗さ $R_a = 0.24 \mu\text{m}$ 、 $R_y = 1.60 \mu\text{m}$ と優れており、中性子レンズの表面での乱反射を抑え中性子ビームの透過率を高めることができる。さらに、被削材1（中性子レンズ部材）の内側と外側とは周速度が若干変わるのに関わらず表面粗さはほぼ同一であり、砥石の先端部（テーパ面3a）による研削であっても安定して優れた鏡面研削加工ができることが確認された。

【0040】溝幅は、被削材1の回転半径が小さいため砥石先端部だけでなくその周辺部によって研削されているために、若干広がって加工された。しかし、本発明では、砥石のテーパ面3aのなす角度が、中性子レンズ部材1の表面に形成するV字状の溝の角度よりも鋭角に形成されているので、砥石の軸線の傾斜角度をわずかに揺動させて中性子レンズ部材の表面に切込むことにより、

テーパ面の両面で中性子レンズ部材の表面にテーパ面3aのなす角度より大きい任意の角度のV字状溝を加工することができる。また溝頂点は円弧の形状になったが、これは砥石先端部の初期形状や磨耗によるものであると考えられる。さらに、溝形状は、砥石径と研削位置の関係の解析、及び細かい粒度の砥石を使用することにより、求める形状、精度に加工できることが期待できる。

【0041】上述したように本発明では、中性子物質レンズを形成するための加工法としてELID研削法による基礎実験を行い基本的な加工特性を調べるため、カーボンディスクにELID研削加工を試み、図6のような明確な三角断面形状をもった溝加工が可能であることが確認された。

【0042】なお、本発明は、上述した実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々に変更でき

ることは勿論である。例えば、上述の例ではグラッシーカーボンにELID研削したが、その他の中性子レンズ部材にも同様に適用することができる。

【0043】

【発明の効果】上述したように、本発明の中性子レンズ部材の加工装置及び方法は、グラッシーカーボン等の中性子レンズ部材の表面に、低い加工抵抗で微細な環状突起を精度良くかつ優れた面粗さで成形することができる、等の優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による中性子レンズ部材加工装置の第1実施形態の全体構成図である。

【図2】図1の主要部拡大図である。

【図3】本発明の第2実施形態を示す図である。

【図4】本発明の第3実施形態を示す図である。

【図5】本発明の実施例の加工面粗さを示す図である。

【図6】本発明の実施例の加工面プロファイルを示す図である。

【図7】物質による中性子ビームの屈折の原理図である。

【図8】中性子レンズの原理図である。

【図9】中性子ビームを収束する機能を有する中性子レンズの斜視図である。

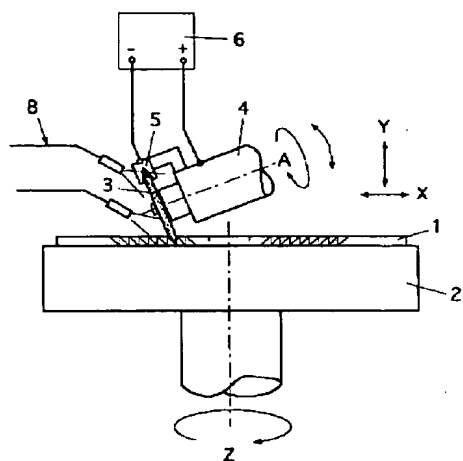
【図10】図9のA-A断面図である。

【図11】図10の本体部分を構成する板状部材の構造図である。

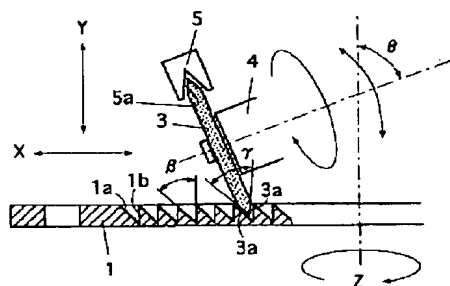
【符号の説明】

1 中性子レンズ部材、2 ロータリーテーブル、3 メタルボンド砥石、3a テーパ面、4 砥石駆動装置、5 電極、6 電圧印加装置、8 研削液供給装置、11 板状部材、12 直線状突起、14 垂直面、15 傾斜面、16 中性子ビーム、20 本体部分、21、22 環状外枠、23 ビン、24 ネジ、25 板状部材、31 環状突起、31a 傾斜面

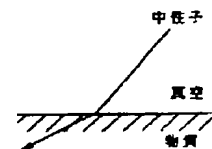
【図1】



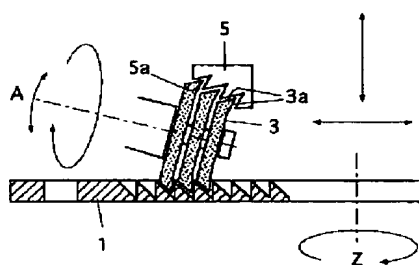
【図2】



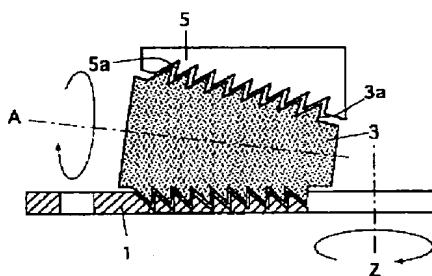
【図7】



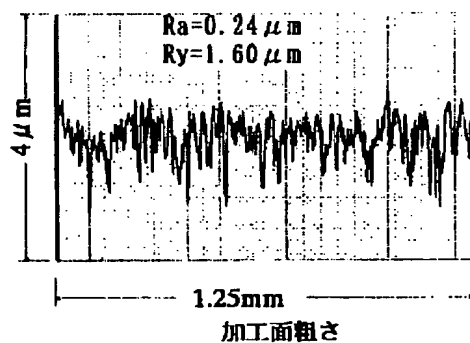
【図3】



【図4】



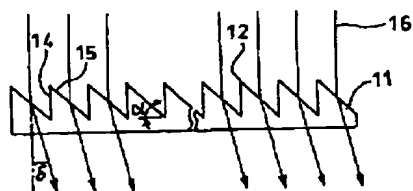
【図5】



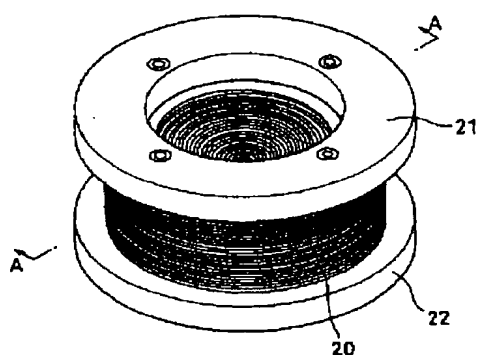
【図6】



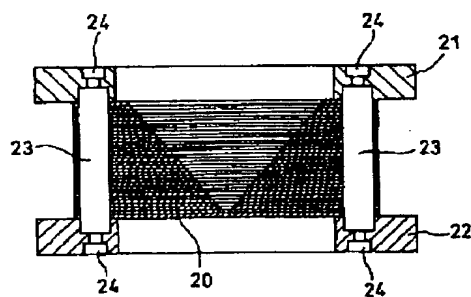
【図8】



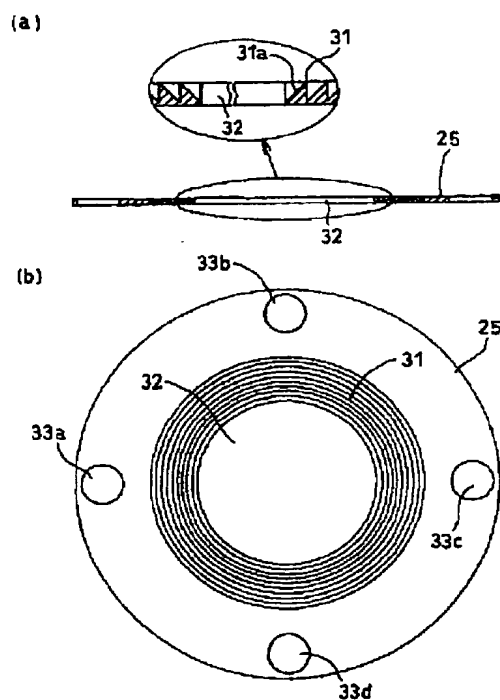
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

B 2 4 D 3/34
7/18

識別記号

F I

B 2 4 D 3/34
7/18

キーワード (参考)

A
F

(72)発明者 守安 精

板橋区加賀2-20-3 ハイコーボ十条
403

(72)発明者 清水 裕彦

埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所
内

F ターム(参考) 3C047 AA26 AA27
3C049 AA03 AB01 CA02 CA07
3C059 AA02 AB01 AB07 CH12 GC01
HA00 HA08
3C063 AA02 AB03 BA32 BB01 BB07
BC01 BC02 BH17 BH27 EE02
FF23

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.